

IMAGING DEVICE

Publication number: JP2005176040

Publication date: 2005-06-30

Inventor: YAMAZAKI AKIRA; WASHISU KOICHI

Applicant: CANON KK

Classification:

- international: **G03B19/07; H04N5/225; H04N5/232; H04N5/335; H04N9/07; G03B19/02; H04N5/225; H04N5/232; H04N5/335; H04N9/07; (IPC1-7): H04N5/225; G03B19/07; H04N5/232; H04N5/335; H04N9/07; H04N101/00**

- european:

Application number: JP20030414786 20031212

Priority number(s): JP20030414786 20031212

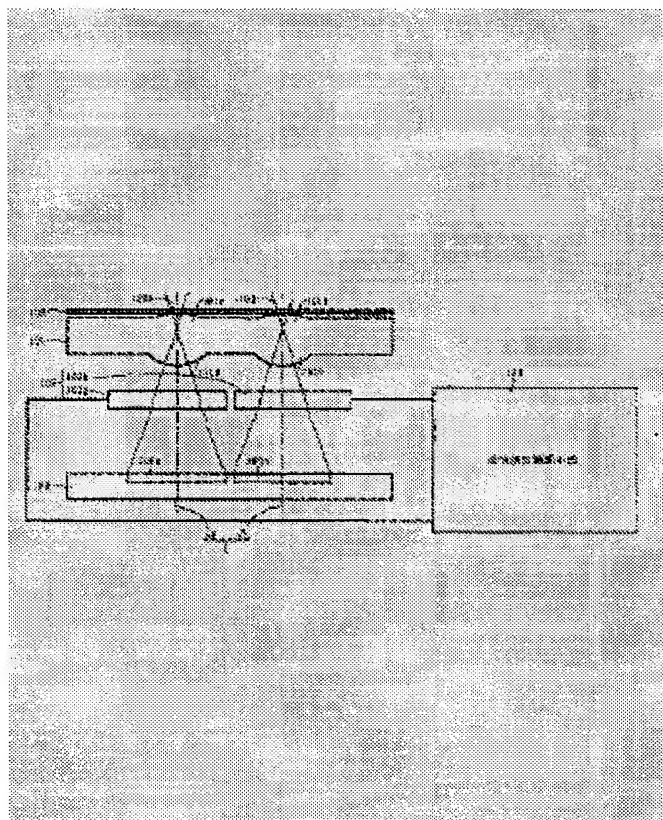
[Report a data error here](#)

Abstract of JP2005176040

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an imaging device with high freedom of design in angle of field and F number, while high pixels in a simple constitution are realized even if parallax is enlarged.

SOLUTION: The imaging device includes: a first parallax changing means for changing parallax of two or more object images by applying inclination drive to a transparent board 103 provided in an optical system between a compound eye system and an imaging element; a second parallax changing means for changing parallax of two or more object images by shifting a read initiation pixel of two or more imaging elements; and a parallax compensating means for compensating the parallax so that each parallax of two or more objects becomes a prescribed amount by using one or both of the first parallax changing means and the second parallax changing means.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIP



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-176040

(P2005-176040A)

(43) 公開日 平成17年6月30日 (2005.6.30)

(51) Int. Cl. ⁷

F 1

テーマコード (参考)

H 0 4 N 5/225

H 0 4 N 5/225

D

2 H 0 5 4

G 0 3 B 19/07

G 0 3 B 19/07

5 C 0 2 2

H 0 4 N 5/232

H 0 4 N 5/232

E

5 C 0 2 4

H 0 4 N 5/335

H 0 4 N 5/335

V

5 C 0 6 5

H 0 4 N 9/07

H 0 4 N 9/07

F

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2003-414786 (P2003-414786)

(22) 出願日

平成15年12月12日 (2003.12.12)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行

(74) 代理人 100087398

弁理士 水野 勝文

(74) 代理人 100104628

弁理士 水本 敦也

(74) 代理人 100108361

弁理士 小花 弘路

(72) 発明者 山▼崎▲ 亮

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ャノン株式会社内

最終頁に続く

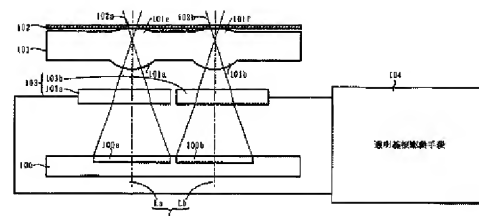
(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 視差を増大しても簡単な構成で高画素化を達成するとともに、画角、Fナンバーの設計自由度が高い撮像装置を提供する。

【解決手段】 複眼光学系と撮像素子の間の光学光路中に配置された透明基板103を傾斜駆動することにより複数の物体像の視差を変更する第1の視差変更手段と、前記複数の撮像素子の読み出し開始画素をシフトすることにより複数の物体像の視差を変更する第2の視差変更手段と、第1の視差変更手段と前記第2の視差変更手段のどちらか一方、もしくは両方により前記複数の物体像の視差が所定量となるよう視差を補正する視差補正手段を有するようにしたことで、上記課題を解決した。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

複眼光学系と、該複眼光学系により形成される視差を有する複数の物体像を撮像する複数の撮像領域を備えた撮像素子とで構成された撮像装置において、

前記複眼光学系と前記撮像素子の間の光学光路中に配置された透明基板を傾斜駆動することにより前記複数の物体像の視差を変更する第1の視差変更手段と、前記複数の撮像素子の読み出し開始画素をシフトすることにより前記複数の物体像の視差を変更する第2の視差変更手段と、前記第1の視差変更手段と前記第2の視差変更手段のどちらか一方、もしくは両方により前記複数の物体像の視差が所定量となるよう視差を補正する視差補正手段を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどに好適で、複眼光学系を有する撮像装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来から複眼光学系を備えた撮像装置としては様々な形態が提案されている。特許文献1に開示される撮像装置では、複眼光学系により形成される複数の被写体像に対応した複数の撮像部で受光する。そして、各撮像部は、所定距離の被写体における被写体像が少なくとも互いに所定量ずれた状態で受光されるように構成され、撮影された画像信号を合成することによってより高解像度の画像を形成することができる。

【0003】

しかしながら、上記従来例においては、複眼光学系であるがゆえに視差が存在し、撮像装置の画素数としては 640×480 のVGA程度が限界で、さらに高画素化した場合にはこの視差が増大し画像の品質が低下するという問題があった。

【0004】

そこで、特許文献2に開示される撮像装置においては、複眼光学系のそれぞれの結像手段が入射した被写体像の光軸を屈折させる反射ミラーを有する構成としている。

【0005】

図27はこの従来例における撮像装置を被写体側から見た模式図であり、図28は図27における撮像装置を下面側から見た図である。

【0006】

図27において、1はC-MOSセンサで不図示の画像処理回路を一体に構成しており、R（赤）光センサ1a、G（緑）光センサ1b、1d、B（青）光センサ1cを有している。これら4つのセンサに対応してそれぞれ結像レンズ2a、2b、2d、2cが設けられている。この従来の実施形態では結像レンズ2a～2dと各センサ1a～1dの中心位置を所定距離だけ離間させている。すなわち、図に示すように、ベクトル（イ）～（ニ）に示す光路の折り曲げが成され、結像レンズ2a、2bと結像レンズ2c、2d間の距離dに対して、これに対応するセンサ1a、1bとセンサ1c、1dの距離Dが大きくなるように、各結像レンズ2a～2d及び各センサ1a～1dが配置されている。

【0007】

これは、図28に示す通りGセンサ1bに入射する被写体光は不図示のカラーフィルタを一体に構成したレンズ2bにより集光されてミラー5、6を介してセンサ1bに結像するように構成されているからである。このことによりレンズ2bの光軸とGセンサ1bの中心軸が $(D-d)/2$ だけ外側にずれた状態で集光と撮像の関係を成り立たせることが可能となる。

【0008】

同様にレンズ2cを通過する光線も不図示のカラーフィルタを通過した後ミラー3、4で反射して同じ $(D-d)/2$ だけ光軸が外側にずれてBセンサ1c上に結像される。

【0009】

ところで、これらの結像レンズ2 a～2 dによって結像される被写体像は、光センサ1 a～1 d上でサンプリングされる際に所定距離の被写体においてそれぞれ0.5画素ずれた位置をサンプリングする画素ずらし技術を利用している。そして、上記のようなカラーフィルタの配置により周知のベイヤー配列と同様な画像を撮影可能としている。

【0010】

このようにして センサ1 b, 1 cの間隔Dは画素数の増大に合わせて大きくとりながら、それぞれの画素に結像する結像レンズ2 b, 2 cの間隔dを小さく構成することが可能となり、また、結像レンズ2 a～2 dの光路を横に折り曲げることにより、結像レンズ2 a～2 dの焦点距離に対して、結像レンズ2 a～2 dとセンサ1 a～1 d間の厚み(レンズ2 bからセンサ1 bまでの間隔程度)を短く構成できることから、それぞれのレンズの間隔で決まる視差を少なく保ち、且つ撮像の画素数を大きくすることが可能となる。r/>

【特許文献1】特開2001-078212号公報

【特許文献2】特開2002-158913号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、上記従来例においては以下のような問題点がある。

1) 光学系と撮像素子間にミラーを挿入するためには、バックフォーカスを長くする必要があり、デジタルスチルカメラなどの撮像装置に用いた場合十分な画角が得られない。

2) さらに、光学系と撮像素子間という限られたスペースにミラーを配置するためには、光束径を小さくする必要があり、十分なFナンバーが得られなくなる。

3) ミラーを挿入しても原理的に視差が介在するため無限遠から至近距離までの広い範囲を撮影範囲とすることができない。

【0012】

本発明はこのような問題を解決するために成されたものであり、視差を増大しても簡単な構成で高画素化を達成するとともに、画角、Fナンバーの設計自由度が高い撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために本発明では、複眼光学系と、該複眼光学系により形成される視差を有する複数の物体像を撮像する複数の撮像領域を備えた撮像素子とで構成された撮像装置において、前記複眼光学系と前記撮像素子の間の光学光路中に配置された透明基板を傾斜駆動することにより前記複数の物体像の視差を変更する第1の視差変更手段と、前記複数の撮像素子の読み出し開始画素をシフトすることにより前記複数の物体像の視差を変更する第2の視差変更手段と、前記第1の視差変更手段と前記第2の視差変更手段のどちらか一方、もしくは両方により前記複数の物体像の視差が所定量となるよう視差を補正する視差補正手段を有することで、視差を増大しても簡単な構成で高画素化を達成するとともに、画角、Fナンバーの設計自由度が高い撮像装置を実現可能とさせる。

【発明の効果】

【0014】

以上説明したように本発明では、複眼光学系と、該複眼光学系により形成される視差を有する複数の物体像を撮像する複数の撮像領域を備えた撮像素子とで構成された撮像装置において、前記複眼光学系と前記撮像素子の間の光学光路中に配置された透明基板を傾斜駆動することにより前記複数の物体像の視差を変更する第1の視差変更手段と、前記複数の撮像素子の読み出し開始画素をシフトすることにより前記複数の物体像の視差を変更する第2の視差変更手段と、前記第1の視差変更手段と前記第2の視差変更手段のどちらか一方、もしくは両方により前記複数の物体像の視差が所定量となるよう視差を補正する視差補正手段を有するようにした。

【0015】

したがって、視差を増大しても簡単な構成で高画素化を達成するとともに、画角、Fナンバーの設計自由度が高い撮像装置を実現できた。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に本発明の実施例について説明する。

【実施例】

【0017】

図1から図5は本発明の実施例1における撮像装置を示しており、図1は撮像装置を側面から見た模式図である。

【0018】

図1において、100はC-MOSセンサからなる撮像素子、101は複眼レンズ、102は複眼レンズ101の開口絞りである。そして、103は撮像素子100と複眼レンズ101の光路中に備えられた透明基板、104は透明基板104を傾斜駆動する透明基板駆動手段、Lは複眼レンズの光軸である。

【0019】

図2～5は図1における各部材の平面図で、図2は撮像素子100を複眼レンズ101側から見た図を、図3(A)、(B)は複眼レンズ101を射出面、入射面側から見た図を、図4は開口絞り102を光入射方向側から見た図を、図5は透明基板103を複眼レンズ101側から見た図をそれぞれ示している。なお、本実施例の各部材は2×2の配列からなる4つの撮像領域、レンズ部、開口部、透明基板を有しているが、図1は図2～図5の水平方向における断面図であるためそのうち2つのみが表示されている。

【0020】

撮像素子100には4つの撮像領域100a、100b、100c、100dと、周知のTG、A/Dなどのオンチップ周辺回路（不図示）を備える。撮像領域100aは多数個の受光画素100eを備え、各受光画素100eは周知のマイクロレンズ（不図示）を備える。なお、受光画素100eは他の撮像領域100b～dにも同様に形成されているが、図中は省略した。また、4つの撮像領域100a～dはそれぞれ色別の被写体像を受光画素100eにより光電変換する。そのため撮像領域100a、100dのカラーフィルタは緑色、撮像領域100bのカラーフィルタは青色、撮像領域100cのカラーフィルタは赤色となっている。

【0021】

複眼レンズ101は4つの撮像領域100a～dに対応した4つの射出面側レンズ部101a、101b、101c、101dを4つの光軸La、Lb、Lc、Ldを中心に備える。そして、入射面側には4つのLa、Lb、Lc、Ldに対応した入射面側レンズ部101e、101f、101g、101hを備える。例えば、撮像領域100aに光軸La、射出側レンズ部101a、入射面側レンズ部101eが対応している。すなわち、1つの撮像領域に対して2つの光学面で被写体像を結像する構成となっており、非球面からなる両凸レンズ構成となっている。なお、各レンズ部は色別のカラーフィルタを備えた撮像領域100a～dに対して被写体像を形成するため、各色ごとに最適化された非球面形状となっており、特に、4つの被写体像の倍率、歪曲収差は一致するよう最適化されている。

開口絞り102は、複眼レンズ101のレンズ部に対応して4つの開口部102a、102b、102c、102dを備える。同様に開口部についても各色ごとに回折などによる像の劣化を考慮して最適化されている。

【0022】

透明基板103は、これら4つの撮像領域、レンズ部、開口部に対応して4分割された透明基板103a、103b、103c、103dよりなる。これらの透明基板103a～dには赤外カットフィルタ（不図示）がコーティングされており、撮像に悪影響を及ぼす赤外光を遮断するようになっている。そして、透明基板103a～103dには透明基

板駆動手段104が接続され4つの透明基板を傾斜駆動可能となっている。これは、後に合成する画像の解像度が複眼レンズの視差によって低下してしまうのを低減するため、被写体の距離に応じて透明基板103を傾斜させることにより視差を補正する。なお、傾斜駆動手段のアクチュエーターとしては、ステッピングモータやピエゾ素子などを用いればよい。

【0023】

図6は、この図5の断面E-Eにおける模式図を示し、透明基板103a、103dが傾斜駆動されている状態を示す。透明基板103a、103dは4つの光軸の中心に位置する中心軸Oに向かって所定角 θ だけ傾斜した状態となっている。そして、透明基板103a、103dは平行平板であるため、レンズ部101a、101eと101d、101hを通過した光軸La、Ldは透明基板103a、103dで屈折し、 Δd だけ水平方向にシフトして撮像領域100a、100dに到達する。つまり、透明基板103a、103dを所定角 θ 傾斜させることによって、図5における線分E-E方向の被写体像間隔を $2\Delta d$ だけ広げることが可能となる。

【0024】

透明基板103b、103cにおいても、図5における線分E-Eと直行する断面においては同様であるため説明を省略する。ところで、透明基板103b、103cに対応する撮像領域は100b、100cであり、カラーフィルタの色は青色、赤色である。したがって、図6の光軸シフト量 Δd と同じ量だけ光軸Lb、Ldを変化させるためには、透明基板103b、103cの色による分散を考慮し、所定量 θ を微小量変更する構成とする。そうすることで、異なる色間でも同じ量の視差を補正することが可能となる。なお、画像の合成と視差の補正の関係については後に詳細を説明する。

【0025】

以上のような構成で4つの被写体像を形成し、4つの撮像領域100a～dにより4つの色別の画像を得ることができる。

【0026】

そして、各撮像領域100a～100dは所定距離の被写体において互いに1/2画素ずれた位置をサンプリングする周知の画素ずらし撮像を色別に行う。図7は本実施例における画素ずらしを説明するための概略図である。

【0027】

図7において、撮像領域100a～dの各受光画素100eは簡略化のため 8×6 の配列で図示されている。点A、B、C、Dは所定距離における撮像素子100と光軸La～Ldの交点を示す。この点A～Dは各撮像領域100a～100dの中心に対してそれぞれ1/4画素内側にずれた位置にあり、各レンズ部で形成される被写体像はこの4つの点A～Dを中心にそれぞれ形成される。すなわち、4つの撮像領域100a～100dが相対的に1/2画素ずれた位置において所定距離の被写体像を光電変換する、いわゆる画素ずらし撮像を行っていることになる。

【0028】

そして、各撮像領域100a～100dの任意の位置における受光画素をそれぞれ $G_{x,y}$ 、 $B_{x,y}$ 、 $R_{x,y}$ 、 $g_{x,y}$ とし、左下の受光画素を基準とする。このとき R_{GB} はそれぞれカラーフィルタの色に対応し、添え字のxは水平方向、yは垂直方向の番号を表す。まず、 $R_{0,0}$ 、 $g_{0,0}$ 、 $R_{1,0}$ 、 $g_{1,0}$ 、 $R_{2,0}$ ・・・ $R_{7,0}$ 、 $g_{7,0}$ というように撮像領域100c、100dの水平方向画像信号を取り出す。そして次に $G_{0,0}$ 、 $B_{0,0}$ 、 $G_{1,0}$ 、 $B_{1,0}$ 、 $G_{2,0}$ ・・・ $G_{7,0}$ 、 $B_{7,0}$ というように撮像領域100a、100bの水平方向画像信号を取り出す。これを交互に繰り返すと図8に示すような画像が合成される。これは周知のベイヤー配列画像であり、画像処理を行うことによって容易にカラー画像を得ることが可能となる。そして、このベイヤー配列画像は各撮像領域100a～100dで得られる画像の4倍の画素数を有することとなる。

【0029】

なお、このような撮像装置は、特開2002-209226号公報の撮像装置に開示されており、実施例1ではこの撮像装置におけるベイヤー配列画素ずらし撮像を用いる。このような複眼レンズを有する撮像装置の特徴としては、共軸光学系に比べて焦点距離が約1/2の長さとすることができ、さらには色別の撮像を行うためレンズによる色収差をほとんど含まない。さらにはマイクロレンズによる見かけの受光画素開口が1/2画素ずらし撮像を行うさいにオーバーラップしているためローパスフィルタなしでも偽解像することがない。

【0030】

このような撮像装置における本発明の撮像方法について以下説明する。

【0031】

まず、被写体距離と視差の関係について計算する。図9は図2を、図10は図1をそれぞれ単純モデル化した図である。

【0032】

図9において、撮像素子100の各撮像領域100a～100dの中心間隔をSとし、水平、垂直共に同一とする。ここで、水平、垂直同一としたのは、視差による画像の劣化も水平、垂直で等しくすることができるためである。そして受光画素100eを正画素とし、受光画素ピッチをSpとする。

【0033】

図10においては、計算を簡略化するため透明基板103を省略し、中心軸O上の点光源PdおよびPxを発生し、開口絞り102の開口部中心を通過する光線は複眼レンズ101により屈折しないレンズの球R中心と開口部中心が一致した球面凸レンズと考える。このように単純化することで簡単な三角比で視差を容易に計算することができ、概要を知の上では問題ない。

【0034】

図10のように、開口絞り102の開口部中心から撮像素子100の受光面までの距離をf、各レンズ部の光軸間隔をlとし、任意の被写体距離Xにおける点光源Pxの撮像素子100上における距離をSxとすると、Sxは以下の式(1)となる。

$$Sx = \frac{Xl}{X-f} \quad \cdots (1)$$

【0035】

そして、1/2画素ずらしが成立する被写体距離を基準被写体距離dとし、基準被写体距離dにおけるSxを0としたときの任意の距離XにおけるSxを視差Rxと定義し、この視差Rxを受光画素ピッチSp単位で表すと以下の式(2)となる。

$$Rx = \left(\frac{Xl}{X-f} - (S - 0.5Sp) \right) / Sp \quad \cdots (2)$$

【0036】

なお、視差Rxは、各撮像領域100a～100dの中心間隔を水平、垂直共にSとしたため水平、垂直共に等しくなる。斜め45度方向の視差Rxについては、水平、垂直方向の視差の合成ベクトルとなるため視差量は異なるが、式(3)のように受光画素ピッチで表すと等しくなる。このときはl、S、Spをそれぞれ√2倍にして算出する。

【0037】

図11は式(3)による被写体距離と視差の関係を示すグラフである。図において、横軸は被写体距離X、縦軸は視差Rxを示し、点線で示す曲線200は複眼レンズ101による被写体距離と視差の関係を描いたものである。基準被写体距離dのとき視差Rx=0となり、1/2画素ずらしの効果が最大となる。そして、この基準被写体距離dから離れるにつれて画素ずらしの効果がなくなる。例えば、被写体距離が無限遠となる場合の視差Rinfは式(2)よりX→∞として、以下の式(3)となる。

$$Rinf = (l - (S - 0.5Sp)) / Sp \quad \cdots (3)$$

【0038】

そして、この実施例1では無限遠にある被写体の画質が極端に低下しないよう式(3)

の値が $R_x = -0.25$ となるように各パラメータを設定する。

【0039】

一方、至近側においては、距離 d' で $R_x = 0.5$ となる。このとき $1/2$ 画素ずらし効果は完全になくなり、4つの撮像領域 $100a \sim d$ で得られる画像は完全に同じ被写体位置をサンプリングしている画像となる。そこで、画素ずらしの効果がその半分の $1/4$ 画素ずれている場合まで許容すると、撮影範囲は $R_x = 0.25$ となる被写体距離 $X6$ から無限遠までとなり、至近側での撮影ができないことになる。

【0040】

そこで、本実施例では、透明基板 $103a \sim 103d$ の傾斜駆動による第1の視差変更手段による補正と、画像の読み出し位置シフトによる第2の視差変更手段による補正を選択的にもしくは併用して行い、至近から無限遠までの広い撮影範囲を実現する。以下その詳細を説明する。

【0041】

図11において、基準被写体距離 d の場合の視差 $R_x = 0.0$ を中心に視差 R_x を 0.5 画素ピッチで分割する。被写体距離 $X1, X2, X3, X4, X5, X6$ はそうように分割した場合の被写体距離を示す。いま、被写体距離が $X6$ 以降の場合は先ほど説明したように視差の補正なしで撮影可能である。図11において実線の曲線 201 が被写体距離 $X6$ 以降の被写体距離 X と視差 R_x の関係で、曲線 200 と重なっている。

【0042】

次に、被写体距離が $X5 \sim X6$ の間にある場合、そのときの視差は $R_x = 0.5$ を中心値として $R_x = 0.25 \sim 0.75$ の範囲にある。そこで、図6で説明したように透明基板 $103a \sim d$ を傾斜駆動し光軸をシフトさせることによって視差を $R_x = 0.5$ 分だけ補正する。したがって、 $R_x = 0.5$ となるような傾斜角 θ だけ透明基板を傾斜駆動することになる。

【0043】

ここで、平行平板による光軸シフト量 Δd と傾斜角 θ の関係は、幾何光学の近軸光線で考えると以下の式(4)となる。

$$\Delta d = t \sin \theta \frac{n-1}{n} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

【0044】

このとき、 t は透明基板 $103a \sim d$ の厚み、 n は屈折率である。透明基板 $103a \sim 103d$ のそれぞれを傾斜させるとお互いの光軸シフトにより視差補正量は2倍となるため、 $\Delta d = 0.25 \times Sp$ となるような傾斜角 θ が必要となる。

【0045】

そうすると、被写体距離 $X5 \sim X6$ における視差は、透明基板 $103a \sim d$ の傾斜による光軸シフト量が加算されて、視差 $R_x = 1.0$ を中心値とした $0.75 \sim 1.25$ の範囲となる。

【0046】

ところで、4つの撮像領域 $100a \sim d$ の受光画素読み出し範囲をシフトすることによって視差 R_x の整数倍の補正を行うことができる。そこで、上記の場合読み出し範囲シフトにより視差 $R_x = -1.0$ の補正を行う。

【0047】

図12、13はこのような場合における画像の読み出しと合成を説明するための図で、上記のような視差 $R_x = 1.0$ の場合を示す。

【0048】

図12において、撮像素子 100 と光軸 $L a \sim d$ の交点 A, B, C, D は図7と比較してそれぞれ外側に 0.5 画素移動し、視差 $R_x = 1.0$ となっている。撮像領域 $100c$ を基準とし、 $R0.0$ を先頭画素とすると、読み出す範囲は水平、垂直ともに1画素シフトするため、図中斜線部で塗りつぶした範囲となる。すなわち、これが視差 $R_x = -1.0$ の補正で、こうすることで光学的な $1/2$ 画素ずらし効果が再生される。そして、各撮

像領域100a～dのそれぞれの先頭画素は、 $G_{0,1}$ 、 $B_{1,1}$ 、 $R_{0,0}$ 、 $g_{1,0}$ となっている。ところで、読み出し範囲を1画素シフトすると、撮像領域100cに対して、撮像領域100aは垂直に1画素、撮像領域100bは水平、垂直に1画素、撮像領域100dは水平に1画素それぞれ画像を形成する画素数が減少してしまう。そこで、本実施例においては図中点線で示すように、このような読み出し範囲のシフトを考慮してあらかじめシフト用画素100fを備えている。なお、図中ではシフト用画素100fは1画素しかないが、実際には最大シフトを考慮した画素が付加される。

【0049】

図13は、全画素読み出して合成される画像を示す。これは図8と同様に1/2画素ずらしによる周知のベイヤー配列画像であり、画像処理を行うことによって容易にカラー画像を得ることが可能となる。

【0050】

以上のように、被写体距離X5～X6の範囲において、視差は $R_x=0.5$ を中心値として $R_x=0.25\sim0.75$ の範囲にあった。そこで、透明基板103a～103dによる視差 $R_x=0.5$ の補正を行い、視差は $R_x=1.0$ を中心値として $R_x=0.75\sim1.25$ の範囲となった。さらに、画素の読み出し範囲をシフトすることによる視差 $R_x=-1.0$ の補正を行い、結果として視差は $R_x=0.0$ を中心値とした $R_x=-0.25\sim0.25$ の範囲となり、1/2画素ずらし効果を得ることができた。上記のような視差補正を行った場合の視差 R_x と被写体距離Xの関係が図11における実線の曲線202で示される。

【0051】

次に、被写体距離がX4～X7の間にある場合、そのときの視差は $R_x=1.0$ を中心値とした $0.75\sim1.25$ の範囲となる。したがって、この場合は透明基板103a～dによる視差補正を行わずに、画素の読み出し範囲シフトによる視差 $R_x=-1.0$ の補正のみを行う。そして、上記のような視差補正を行った場合の視差 R_x と被写体距離Xの関係が図11における実線の曲線203で示される。

【0052】

このように、X1～X6の範囲において上記のような視差補正処理を交互に行う。すなわち、視差 R_x の中心値が整数倍の場合、第2の視差変更手段である画素の読み出し範囲シフトを行い、視差の中心値が0.5単位の場合、第1の視差変更手段である透明基板103a～103dの傾斜駆動後、第2の視差変更手段である画素の読み出し範囲シフトを行う。

【0053】

また、視差 R_x が偶数で読み出し範囲のシフトを行う場合、2つの方法が考えられる。図14、15はこの2つの方法を説明する図である。

【0054】

図14は、撮像領域100cの $R_{0,0}$ を基準として、他の撮像領域の読み出し先頭画素をそれぞれ水平、垂直に2画素シフトしている。したがって、撮像領域100a～dの先頭画素は $G_{0,2}$ 、 $B_{2,2}$ 、 $R_{0,0}$ 、 $g_{2,0}$ となっている。

【0055】

図15は、各撮像領域100a～100dに均等に読み出し範囲シフトを割り振っている。したがって、撮像領域100a～100dの先頭画素は $G_{-1,1}$ 、 $B_{1,1}$ 、 $R_{-1,-1}$ 、 $g_{1,-1}$ となっている。

【0056】

上記どちらの方法でも1/2画素効果は得られるが、点A、B、C、Dと読み出し範囲とのバランスを考慮して、本実施例では図15の方法を用いる。したがって、読み出し範囲シフトを行う場合、シフト画素数が偶数なら撮像領域100a～100dに均等にシフトを割り振り、奇数なら撮像領域100cに比べて撮像領域100bの水平、垂直シフト画素数が1画素多くなるようにする。例として読み出し範囲シフトが3画素の場合を図16に示す。

【0057】

以上のような視差補正を行うことによって、図11に示すように、被写体距離 X と視差 R_x の関係は、実線の曲線201、202、203、204、205、206となる。したがって、視差補正を行わない場合、被写体距離 X 6以降でしか所望の解像度を得られなかったが、至近側の被写体距離を X 1とすることが可能となり、飛躍的に撮影範囲を拡大することが可能となった。

【0058】

図17はこのような視差補正による被写体距離 X と解像度の関係を示すグラフである。横軸は図11に対応した被写体距離 X で、縦軸は解像度を表す。そして、1/2画素ずらし時の解像度を1.0とし、視差が0.5画素生じて画素ずらし効果がなくなった場合の解像度を0.5とする。さらに、1.0画素以上の視差が生じた場合の解像度を0と定義する。図中点線で示す207は、前記のような視差補正がない場合を示し、実線208は視差補正を行った場合を示す。なお、距離 X 6以降は両者が完全に重なっているため実線208のみが表される。点線207は被写体距離 X 6より至近側では解像度が低下し画素ずらしの効果がなくなるが、実線208については、解像度0.75～1.0の間を行き来しながら被写体距離 X 1まで良好な解像度を保持している。

【0059】

また、1画像中に遠近被写体が競合している場合、一方の被写体で視差を補正してしまうと他方の被写体については視差が拡大される。しかしながら、主要被写体を人物と考えると、ある程度至近側では像倍率が大きくなるため人物以外の背景などの被写体は画像の周辺部にしか写りこまないため視差が生じていても実使用上問題ない。このような遠近競合による視差をなくすためには、画像を複数のブロックに分割し、そのブロックごとに視差を補正すればよい。

【0060】

一例として、本発明による被写体距離と視差、解像度について実際に計算してみる。まず、撮像画像の総画素数を 1280×960 の約120万画素として撮像素子100まわりの寸法を計算する。各撮像領域100a～dの画素数は 640×480 となる。そして、撮像領域100aと100b、100cと100d間の水平方向の隙間を40画素とし、受光画素ピッチ $S_p = 0.0039\text{mm}$ とすると、 $S = 2.652\text{mm}$ となる。 S は水平・垂直共に等しいため垂直方向の撮像領域100aと100c、100bと100dの隙間は200画素となる。

【0061】

このような撮像領域100a～dの隙間は受光画素100eを形成する必要がないため、TG、A/Dなどのオンチップ周辺回路を形成すれば、効率よいチップレイアウトを実現できる。

【0062】

次に、最大撮像画角を65度として、図10のように開口部中心を通過する光線は屈折しないと考えると、三角関数を用いて $f = 2.449\text{mm}$ と計算できる。

そして、式(3)より、 $R_{inf} = -0.25$ として、各レンズ部の光軸間隔 $l = 2.649\text{mm}$ を得ることができる。なお、このとき、基準被写体距離 d は、図10より三角比を用いて計算すると $d = 6556\text{mm}$ となる。

次に、透明基板103a～103dの傾斜角 θ について算出してみる。今 $f = 2.449\text{mm}$ で、複眼レンズ101の屈折率を1.5とすると、複眼レンズの厚みは f の1/3程度となるため、複眼レンズ101と撮像素子100の間のスペースは1.63mm程度となる。このスペースに透明基板103a～dとその駆動メカを挿入することを考えると、透明基板の厚みは $t = 0.5\text{mm}$ 程度がバランスよい。したがって、透明基板の屈折率を1.5とすると、式(4)の $\Delta d = 0.25 \times S_p$ として傾斜角 $\theta = 0.335$ 度が得られる。

【0063】

透明基板103a～103dの図5における大きさは、大雑把に考えて撮像領域100

a～100dの長手サイズの正方形とすると約2.5mm角となり対角長は約3.5mmとなる。そうすると、対角方向の駆動ストロークは上記傾斜角 θ を用いて計算すると0.02mmとなり、この程度のストロークは、既存のアクチュエーターを用いて高精度・高レスポンスの駆動を容易に実現できる。

【0064】

図18は、以上のような120万画素の撮像を実現する撮像装置の被写体距離Xと視差Rxの関係を示す式(2)より算出しプロットしたグラフである。図において、点線209が補正なしの場合を示し、実線210が補正した場合を示す。視差を補正しない場合は、良好な解像度を得られる撮影範囲がX=3300mm以降となっているが、視差を補正することによってX=300mm程度の至近側まで撮影範囲が広がっていることが分かる。なお、被写体距離Xが無限遠の場合はグラフの都合上表されていないが、Rx=-0.25に収束している。

【0065】

以上のように、本発明によれば撮像素数を高画素化した場合でも、至近側まで良好な解像度を得ることができ、原理的には無限に画素数を増やすことが可能となる。

次に、以上のような本発明の撮像装置の撮像に伴う動作について説明する。図19は、撮像装置電気系のブロック図である。

【0066】

図19において、撮像装置は撮像素子100、複眼レンズ101、透明基板103、透明基板駆動手段104からなり、撮像素子100には受光画素の蓄積制御などの各種タイミング信号を発生するTG部、各受光画素で得られた画像信号をデジタル画像信号に変換するA/D変換部を備える。

【0067】

これらの撮像素子100、透明基板駆動手段104には中央制御部200が接続され、各種動作の制御を行う。そして、中央制御部200は、公知のCPU200a、ROM200b、RAM200cを備え、撮影されたデジタル画像信号をRAM200cに一時格納し、ROM200bに記憶されたプログラムにより各種演算、画像処理を行う。中央制御部200にはIF部201が接続され、処理を経たデジタル画像信号はIF部201を介してメモリ(不図示)などの書き換え可能な記憶媒体に格納される。

【0068】

図20は、ROM200bに格納された撮像に伴う動作を示すフローチャートで、請求項における視差補正手段を含む。

【0069】

まず、STEP300で視差を検出するための撮像を行う。撮像にあたっては自動露出機能により、被写体輝度に応じて受光画素の最適な蓄積を行うよう撮像素子100が制御される。

【0070】

次にSTEP301では視差検出用の画像信号を読み出す。後述する視差の検出にあたっては、4つの撮像領域100a～100dで得られる4つの画像のうち緑色画像2つを用いて、公知の相関演算により視差の検出を行うため、撮像された画像のうち読み出すのは、撮像領域100a、100dのみでよく、さらにはSTEP302で説明する画素列のみを読み出すモードをあらかじめ設けておく。そうすることで、高速読み出しを実現する。

【0071】

次にSTEP302では、得られた画像をもとに視差Rxを算出する。視差Rxの算出は撮像領域100a、100dで得られる緑色の画像を用いて、特定の受光画素列を抜き出し、位相差方式の焦点検出などで用いられる公知の相関演算により算出する。ここで、緑色画像を用いたのは、相関演算を行うには輝度信号が好適であるとともに、緑色の撮像領域は2つ備えられているため、撮像素子100上で同レベル明るさを持つ画像信号で相関演算を行うことができるからである。

【0072】

図21は相関演算に使用する画素列を説明する図で、撮像素子100の受光画素を上面側から見ている。簡略化のため各撮像領域が8×6の配列で表されているが、実際は多数個に配列された受光画素よりなる。

【0073】

画素列400a、400d、401a、401d、402a、402dは、このような受光画素列を示し、同じ模様で塗り潰された受光画素列による対の画像信号で相関演算を行う。緑色のカラーフィルタを備えた撮像領域は100aと100dであるため、被写体像はその距離に応じて、中心軸Oを中心に斜め45度の矢印Fの方向に移動する。すなわち、矢印Fの方向に視差が発生することとなり、このように斜め45度の画素列を設定することにより最も効率よく視差を検出できる。

【0074】

STEP301では3対の画素列により3対の画像信号を得て、3つの視差が算出される。そして、これら3つの視差を基に視差Rxを導き出す。視差Rxは、図11で説明したように0.5単位に丸め込まれ、したがって、Rx=0.0, 0.5, 1.0, 1.5, ... という値になる。

【0075】

なお、実施例1では、画像中央付近の3つの視差を演算しているが、これに限定されることなく、画像の広範囲に多数の画素列を形成し、多数の視差から代表的な視差Rxを算出するようにしてもよく、また画素列の長さは被写体像の倍率から便宜決定すればよい。次に、STEP303では、視差Rxの小数点以下の数値rxが0.0と0.5のどちらであるかを判別する。rx=0.0の場合STEP306へ進み、rx=0.5の場合STEP304へ進む。

【0076】

STEP304では、rx=0.5単位の視差を補正するため、透明基板103a～dを傾斜駆動する。

【0077】

次に、STEP305では、STEP304の視差補正によりRx=0.5の視差補正を行ったので、以下の式(5)により視差Rxを更新する。

$$Rx = Rx + 0.5 \quad \cdots \quad (5)$$

【0078】

そして、STEP306では、再び撮像を行う。撮像にあたっては自動露出機能により、被写体輝度に応じて受光画素の最適な蓄積を行うよう撮像阻止100が制御される。STEP307では、視差Rxをもとに各撮像領域100a～dの読み出し領域をシフトする。このとき読み出し領域シフトは、図12～16で説明したように視差Rxが偶数・奇数の場合によって各撮像領域100a～dへの割り振りが異なる。

【0079】

次にSTEP308の画像合成では、読み出した画像信号を並べ替えて公知のベイヤー配列画像にする。なお、STEP307～308については、撮像素子100にあらかじめ読み出し領域シフトと、そのときの画像合成の組み合わせで複数の読み出しモードを設け、視差Rxの演算結果にもとづき、この複数の読み出しモードを選択するようにすれば、撮像素子100の画像信号を読み出すだけで、ベイヤー配列の画像を得ることができる。

【0080】

次に、STEP309では、ベイヤー配列の画像信号に対して公知のホワイトバランス調整、ガンマ補正、エッジ強調などの画像処理を行い、汎用の画像フォーマットに変換する。そして、STEP310では、この画像信号を、IF部201を介して接続された外部メモリに格納する。以上が本発明の撮像に伴う動作処理である。

【0081】

なお、これらの演算、画像処理は中央制御部200ではなく、専用に設けたハードウェア処理回路により処理を行うようにしてもよい。そうすれば、より高速に処理を行うことができる。特にSTEP309の処理については、公知の画像処理であるため汎用のDSPなどを用いることができる。

【0082】

なお、本発明は撮像の前に一度視差の検出をしている。したがって、製造誤差や経時変化、さらには環境変動による影響を受けた場合においても、撮像の直前に視差の検出を行っているため常に高解像な画像を得ることができる。従来例においては、経時変化や環境変動に伴う1/2画素ずらし効果の低下を考慮しなければいけないため、部材の線膨張係数や構造の信頼性を考慮する必要がある。例えば、複眼レンズ101として現実的には高価なガラスモールドレンズなどを用いる必要があった。しかしながら、本実施例では上記のような理由から安価プラスチックモールドレンズを使用することができ、コストダウンの効果があると共に、形状についても設計の自由度が大きい。

【実施例】

【0083】

この実施例2は前述の実施例1の変形例で、小型のメカ構成で透明基板103の傾斜駆動を実現するものである。

【0084】

図22において撮像素子100は可撓性の回路基板（以下フレキ）108に対して熱・超音波接合や異方性導電ペーストによりバンプ接続され接着固定されている。ここでフレキ108は撮像素子100の光検出部に対応する部分が開口部となっているために、その開口部を通して複眼レンズ101からの入射光を検出することが出来る。

【0085】

フレキ108にはスペーサ105が接着固定されている。スペーサ105は複眼レンズ101の各光軸の光束を分離するために遮光を目的とした隔壁105aが設けられている。ここで隔壁105aは図22の断面図では一つしか見えないが、実際には図23の平面図で見ると直交十字形状をしており4個の複眼レンズ各々の光束を分離している。

【0086】

スペーサ105には複眼レンズ101が厚みのある接着層107で接着固定されている。ここで接着層107に厚みを設けているのは、この厚みにより撮像素子100、フレキ108、スペーサ105などの寸法誤差を吸収するためである。即ち接着層107の厚みを利用して複眼レンズ101を撮像素子100に対して調整接着している。

【0087】

複眼レンズ101と撮像素子100の間には透明基板103が設けられている。透明基板103は一体樹脂成形され、支持部103dと可撓部103c、駆動ピン103eを有している。支持部103dは図示している様にスペーサ105の隔壁105aに固定されており、可撓部103cのバネ性により透明基板103の端部103fはスペーサ105の段差部105bに押し付けられてチャージされている。そのために透明基板103の平面は精度良く保たれている。

【0088】

駆動ピン103eは平面図23に見られるようにスペーサ105から突出しており（図では複眼レンズ101に隠れるために破線で示している）、スペーサ105を周回するように駆動リング106が設けられている。

駆動リング106には側面図24に見られるように駆動カム部106aが設けられており、駆動カム部106aは駆動ピン103eに当接している。その為に駆動リング106が矢印106d方向に回転すると駆動ピン103eは矢印103g方向に持ち上げられる。

【0089】

そのために図6に示したように透明基板103が傾斜駆動させられて視差の補正が行われる。

【0090】

駆動リング106には扇型の延出部106bが設けられ、その端部には歯106cが刻まれている。そしてその歯106cと噛み合うようにモータ109のピニオン109aが設けられている。よってモータ109を駆動することで駆動リング106が回転し、透明基板103を傾斜させて視差の補正が出来る。ここで駆動リング106の回転量に対して駆動カム部106aのリフト量を小さく設定しておけば透明基板103の傾斜は精度良く決めることができ、複数段階の視差補正が精密に行える。

【0091】

今までの説明では透明基板103の傾斜は初期状態(図1)と傾斜(図6)の2値しか選択しない例で説明してきた。そのようなラフな駆動制御においても図18、図19に示す様に複数の被写体距離に対して高い解像度が得られてきている。そして駆動リング106の駆動カム部106aを用いた透明基板103の傾斜駆動制御においてはより細かい傾斜設定が可能になる(2値ではなくなる)。そのために図17で示した解像度より更に安定した解像度を得ることができ、実質的には撮影被写体距離に無関係に常に最高の解像度を得られるようになる。

【0092】

また、透明基板103の傾斜駆動量については、前述の実施例1で説明したように透明基板103の分散特性を考慮して色別に最適化する。そのためには駆動リング106の駆動カム部106aの形状を各色ごとに微小変更すればよく、駆動リング106の部材として樹脂の型成形を利用することで容易に実現できる。

【実施例】

【0093】

この実施例3は実施例1の変形例で、より小型のメカ構成で透明基板103の傾斜駆動を実現するものである。そのため、透明基板の傾斜を実施例1と同様に2値に限定する。

【0094】

図25は静電駆動機構による傾斜駆動の断面図であり前述の駆動リング106駆動方式と同様に一体で成型された透明基板103が設けられている。ここで透明基板103は可撓部103cにより紙面上方向にプリチャージされており、端部103fが静電駆動部110に当接してその位置を設定している。そのため図で分かるように初期位置が図6で示した透明基板の傾斜位置になっている。

【0095】

静電駆動部110は梁110c、電極110a、110bが一体で公知の層成膜技術により作成されたMEMS構成である。2つの電極110a、110bの間のギャップは傾斜駆動量に応じて設けられ、およそ30 μ m程度に設定されている。

【0096】

この様に対向する電極110a、110bのギャップがすくない為に互いに同極の電位を与えると大きな反発力が発生する。この反発力により梁110cは撓ませられ、透明基板103の端部103fを押す。その力により透明基板は図1の様な水平位置になる。静電駆動部は専用の工程で一体に作成されており、スペーサ105に接着固定されるだけで駆動機能を果たすために小型で作りやすい駆動機構が出来る。

【実施例】

【0097】

この実施例4は実施例3の別例を示し、電磁的な2値駆動の透明基板の例である。図26において透明基板103は高濃度の酸化テルビウムが含有された磁性ガラスであり、磁石に吸着する性質を示す。

【0098】

透明基板103は樹脂製の磁石(プラマグ)で形成された支持部113に取り付けられており、支持部113は隔壁105a上を紙面上下方向に摺動できるようになっているが、透明基板103の端部103fがスペーサ105の段差部105bと当接しているためにその位置が決められている。

【0099】

フレキ108とスペーサ105の間にはフレキ108の開口部を周回するように環状のコイル112が設けられている。このコイル112には撮影時には微小な電流を流しており、透明基板103及び支持部113が吸引されて透明基板の位置が固定される。（コイルに電流を流さないと透明基板103は矢印114と反対の方向に自由度がある）そしてコイル112に更に大きな電流を流すと、コイル112による磁力が大きくなり透明基板103及び支持部113は矢印114方向に引き込まれる。しかし透明基板103の端部103fがスペーサ106の段差106bに当接しているために支持部113のみが矢印114方向に引き込まれ、透明基板は図6で示す傾斜状態になる。

【0100】

この様にフレキ108に対して一体でコイルを作成することが出来るために作業性が極めて高く、且つ安定した駆動部を実現できる。尚、透明基板103は磁性ガラスではなく、例えば透明の樹脂で成型し、支持部113がコイル112の磁力で引き込まれるときの透明基板の歪みで視差を制御してもよい。この様に視差の補正を2値に限定すると傾斜駆動機構を小型にまとめることが出来、コンパクトな撮影装置への展開が広がる。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】第1の実施例における撮像装置を側面から見た模式図である

【図2】第1の実施例における撮像素子100を複眼レンズ101側から見た図である

【図3】（A）は複眼レンズ101を射出面側から見た図であり、（B）は複眼レンズ101を入射面側から見た図である

【図4】開口絞り102を光入射方向側から見た図である

【図5】透明基板103を複眼レンズ101側から見た図である

【図6】図5の断面E-Eにおける模式図である

【図7】画素ずらしを説明するための概略図である

【図8】画素ずらしによる合成画像を示す図である

【図9】図2を単純モデル化した図である

【図10】図1を単純モデル化した図である

【図11】被写体距離と視差の関係を示すグラフである

【図12】視差を補正した場合の画像読み出しを説明する図である

【図13】視差を補正した場合の画像合成を説明する図である

【図14】視差 R_x が偶数の場合における読み出し範囲シフトの一例を示す図である

【図15】視差 R_x が偶数の場合における読み出し範囲シフトの他例を示す図である

【図16】視差 $R_x = 3$ の場合における読み出し範囲シフトを示す図である

【図17】被写体距離と解像度の関係を示すグラフである

【図18】被写体距離と視差の関係を示すグラフの一例である

【図19】撮像装置電気系のブロック図である

【図20】撮像に伴う動作を示すフローチャートである

【図21】相関演算に使用する画素列を説明する図である

【図22】第2の実施例における撮像装置の模式図である

【図23】第2の実施例における撮像装置の平面図である

【図24】図22の撮像装置の側面図である

【図25】第3の実施例における撮像装置の模式図である

【図26】第4の実施例における撮像装置の模式図である

【図27】従来例における撮像装置を被写体側から見た模式図である

【図28】図27における撮像装置を下面側から見た図である

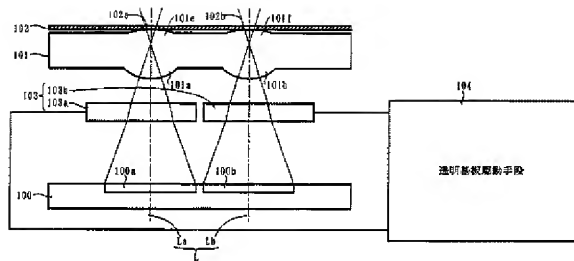
【符号の説明】

【0102】

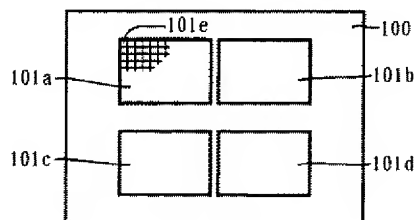
100	撮像素子
101	複眼レンズ
102	開口絞り

103	透明基板
104	透明基板駆動手段
105	スペーサ
106	駆動リング
107	接着層
108	可撓性の回路基板（フレキ）
109	モータ
110	静電駆動部
112	コイル
113	支持部
200	中央制御部
201	I F 部

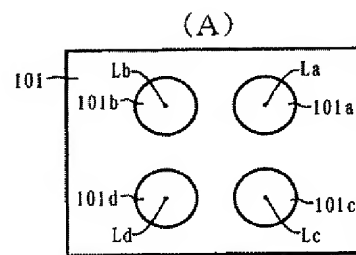
【図1】



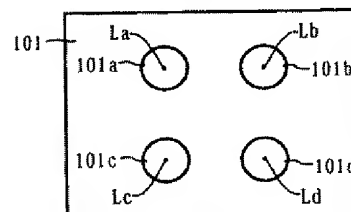
【図2】



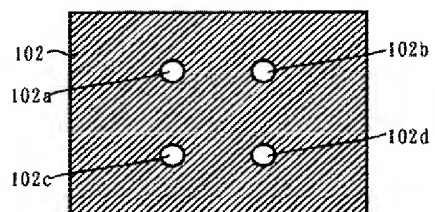
【図3】



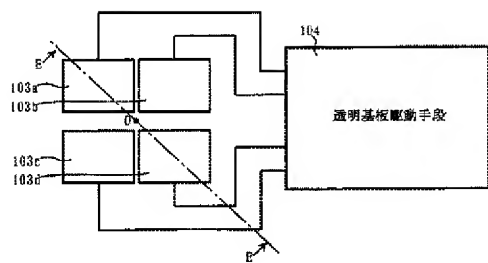
(B)



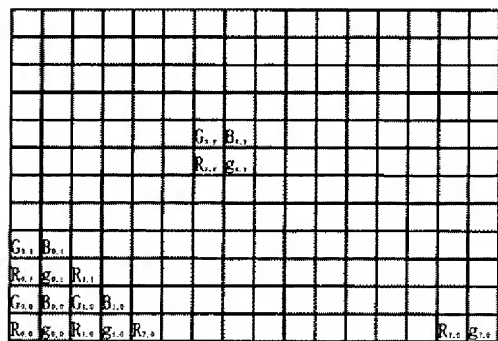
【図4】



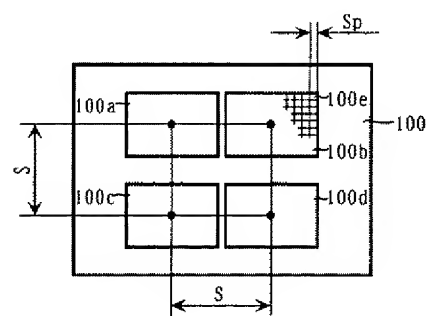
【図5】



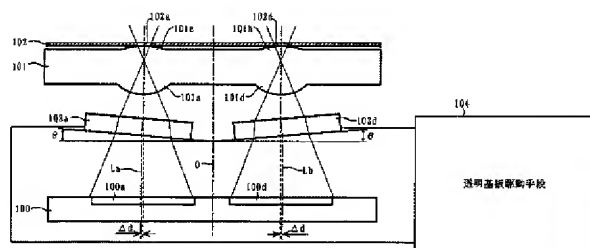
【図8】



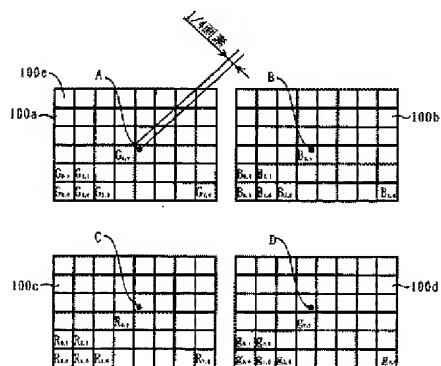
【図9】



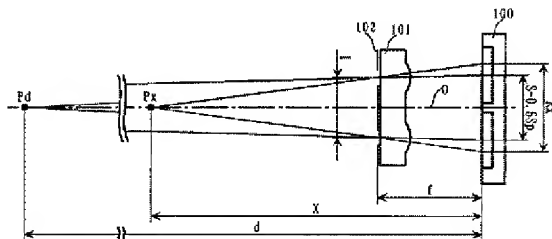
【図6】



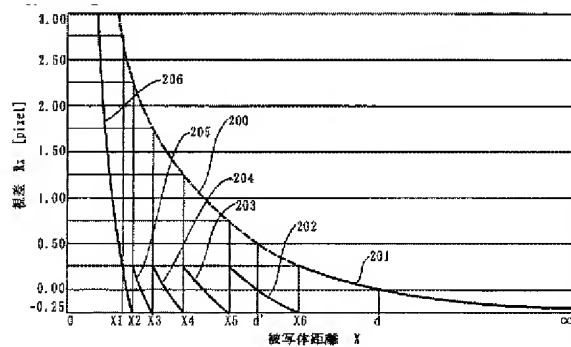
【図7】



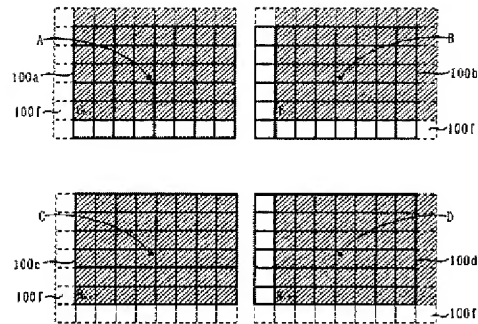
【図10】



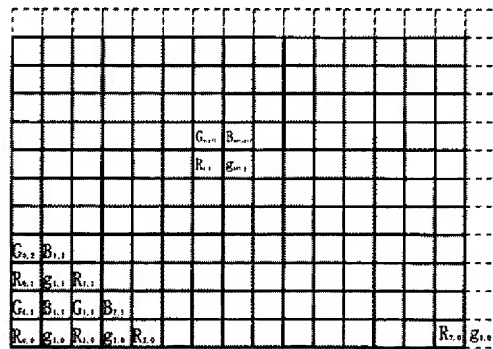
【図11】



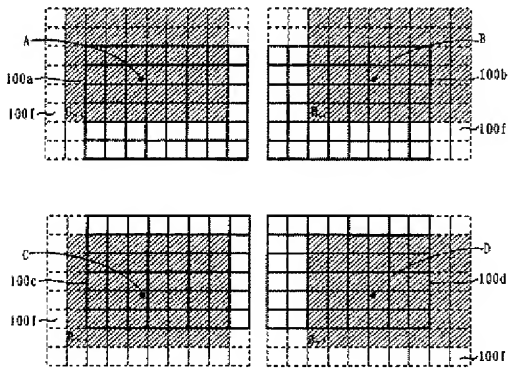
【図12】



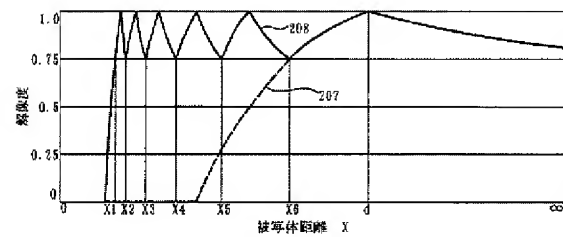
【図13】



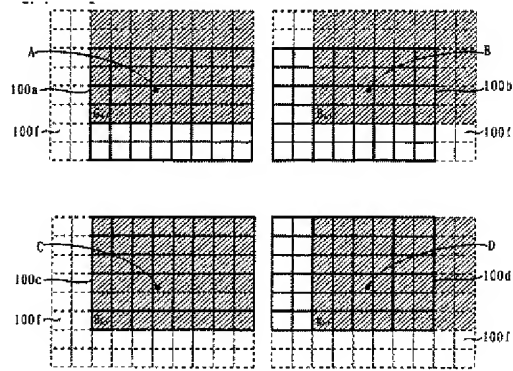
【図16】



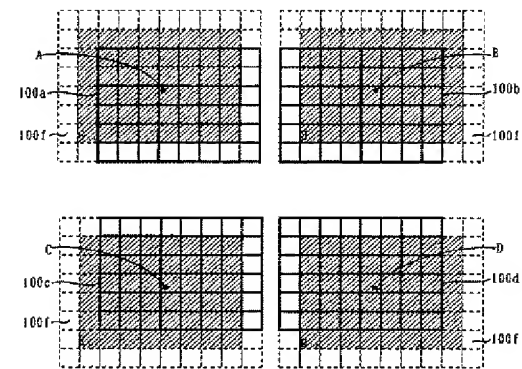
【図17】



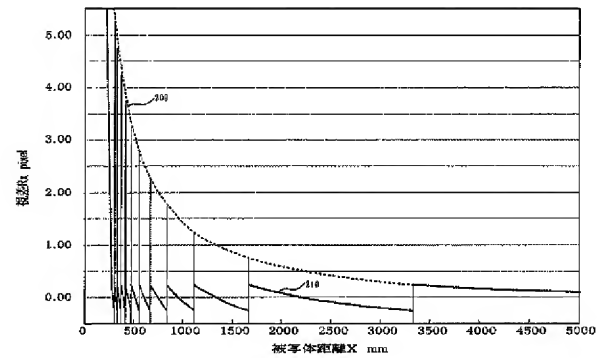
【図14】



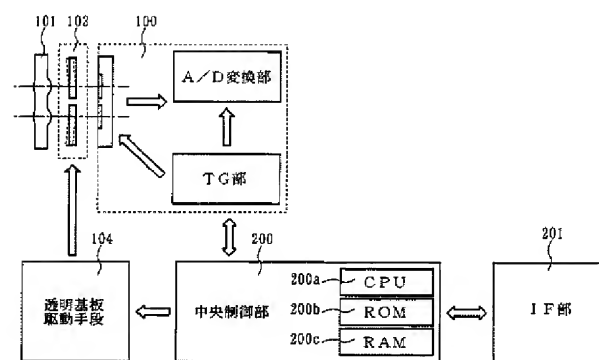
【図15】



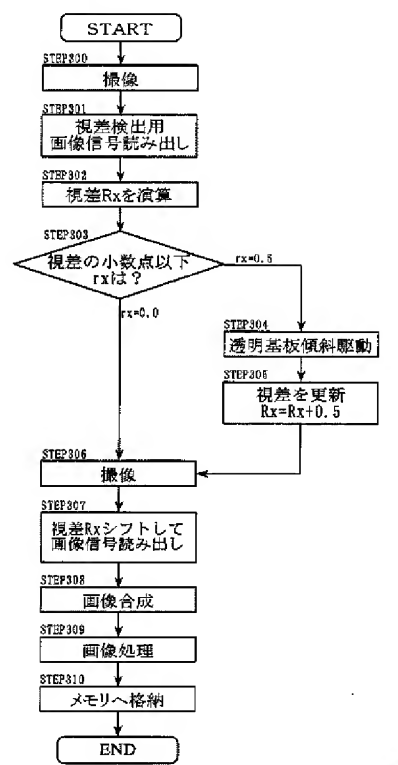
【図18】



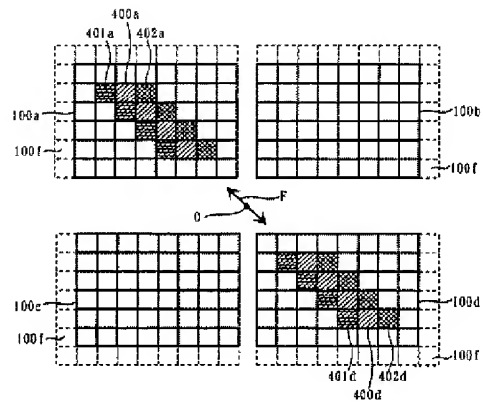
【図19】



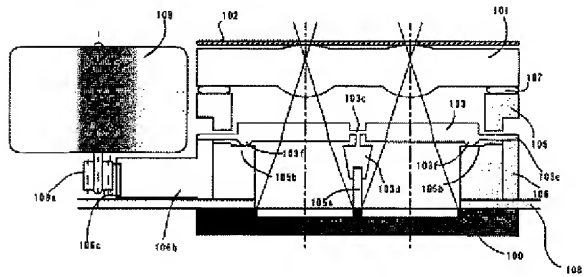
【図20】



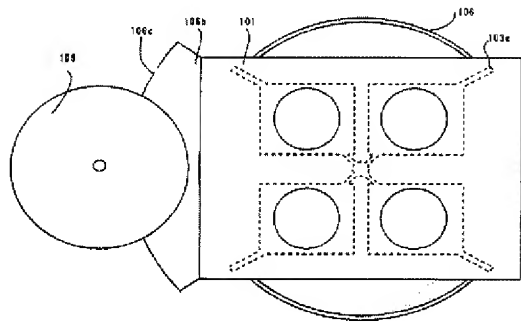
【図21】



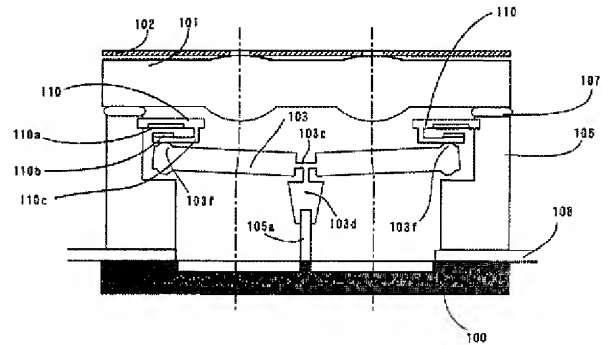
【図22】



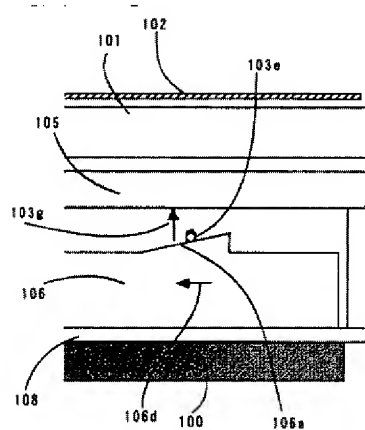
【図23】



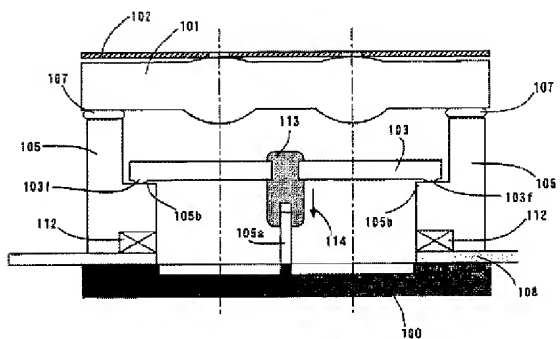
【図25】



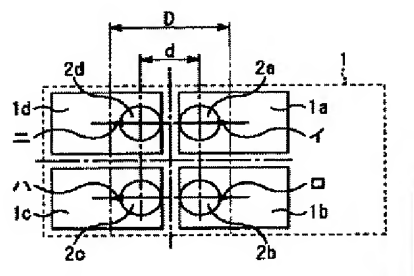
【図24】



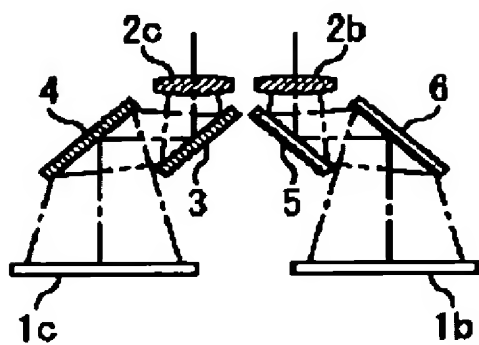
【図26】



【図27】



【図28】



(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

// H O 4 N 101:00

H O 4 N 101:00

(72)発明者 鷺巣 晃一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2H054 BB05

5C022 AA13 AB43 AC42 AC54 AC69 AC70 AC74 AC77 AC78

5C024 AX01 BX01 CX37 CY34 CY49 DX01 DX04 EX04 EX06 EX42

EX43 EX52 EX55 GX01 GX21 GY31 HX02 HX14

5C065 AA03 BB13 BB43 CC01 CC08 DD15 DD17 DD20 EE06 EE11

EE12 EE16 GG13

【要約の続き】